

Materials for IDS

Japanese Laid-open Patent Application (Tokkai) 2000-203289 cited by Japanese Patent Office

(22) Application date: January 14, 1999

(43) Publication date: June 25, 2000

(71) Applicant Kyowa Gokin Kabushiki Kaisha

(72) Inventor: Kazumi HIRAIWA

(54) Drive device of motor vehicle

(57) Summary:

[Object] In a drive device of a so-called hybrid motor vehicle in which two types of prime movers, such as engine and a plurality of electric motors, are used and a power transmission from such prime movers is carried out by using a planetary gear unit, an idea is thought out wherein by achieving a direct drive, the power transmission efficiency in the normal cruising condition of the vehicle is increased.

[Means for achieving Object] A planetary gear 10 has a member (carrier 16) that is connected to an input shaft 22, a member A (sun gear 12) that, for obtaining an acceleration-driving, is rotatable and fixable relative and fixed to a case 32 and a speed-increased member (ring gear 14). There are arranged a first motor 64 between a second magnet member 36 connected to the speed increased member and a first magnet member 30 connected to an output shaft 24 and a second motor 66 between a first magnet member 30 connected to the output shaft 24 and a third magnet member 40 connected to the member A (sun gear 12). Besides this, there is provided a means by which the member A (sun gear 12) is fixed to the case 32.

(11)特許出願公開番号
特開2000-203289
(P2000-203289A)

(43)公開日 平成12年7月25日(2000.7.25)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I		テモコト [*] (参考)
B 6 0 K 17/04		B 6 0 K 17/04	G	3 D 0 3 9
6/00		9/00	Z	
8/00				

審査請求 未請求 請求項の数6 書面 (全 11 頁)

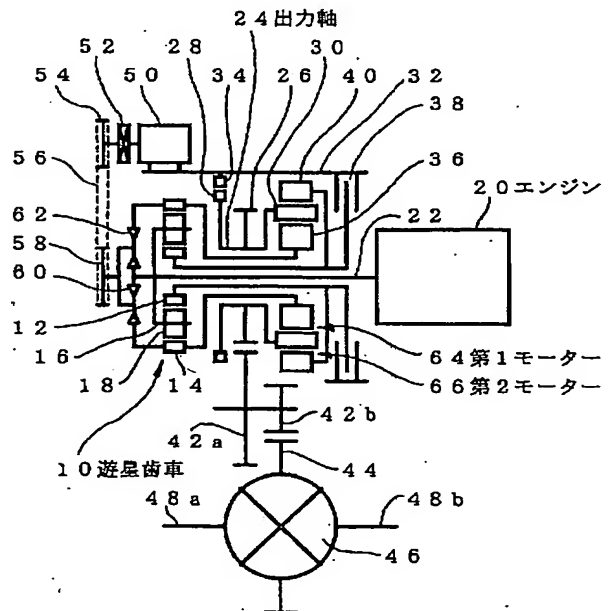
(21)出願番号	特願平11-45261	(71)出願人	594008626 協和合金株式会社 神奈川県横浜市金沢区鳥浜町17番4
(22)出願日	平成11年1月14日(1999.1.14)	(72)発明者	平岩 一美 神奈川県横浜市金沢区鳥浜町17-4 協和 合金株式会社内
		Fターム(参考)	3D039 AA01 AA02 AA03 AA04 AB01 AB27 AC06 AC21 AC39 AD06 AD11 AD22

(54) 【発明の名称】 自動車用駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 エンジンと複数のモーターの、2種類の動力源で、遊星歯車を用いて動力伝達する、いわゆるハイブリッド自動車の駆動装置において、直結駆動を可能にして定常走行における動力伝達効率を高める。

【解決手段】 遊星歯車 10 が、入力軸 22 と連結したメンバー（キャリア 16）と、増速駆動を得るべくケース 32 に回転制止可能なメンバー A（サンギヤ 12）と、被増速メンバー（リングギヤ 14）とを有し、該被増速メンバーに連結した第 2 磁気メンバー 36 と出力軸 24 に連結した第 1 磁気メンバー 30 との間で第 1 モーター 64 を構成し、出力軸 24 に連結した第 1 磁気メンバー 30 とメンバー A（サンギヤ 12）に連結した第 3 磁気メンバー 40 との間で第 2 モーター 66 を構成するとともに、メンバー A（サンギヤ 12）をケース 32 に固定する手段を備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジンより入力軸に入力される駆動力を、遊星歯車を介して出力軸へ伝達可能で、複数のモーターを備え、前記遊星歯車はこの回転メンバーとして、前記入力軸と連結したメンバーと、増速駆動を得るべくケースに回転制止可能なメンバー A と、被増速メンバーとを有し、前記出力軸に連結した第 1 磁気メンバーと前記被増速メンバーに連結した第 2 磁気メンバーとの間で前記複数のモーターのうちの第 1 モーターを構成し、前記第 1 磁気メンバーと前記メンバー A に連結した第 3 磁気メンバーとの間で前記複数のモーターのうちの第 2 モーターを構成したことを特徴とする自動車用駆動装置。

【請求項 2】 前記メンバー A または前記被増速メンバーと冷房装置のコンプレッサーとが連結可能であることを特徴とする請求項 1 に記載の自動車用駆動装置。

【請求項 3】 前記メンバー A を、ワンウェイクラッチによりケースに固定可能であることを特徴とする請求項 1 および 2 に記載の自動車用駆動装置。

【請求項 4】 エンジンより入力軸に入力される駆動力を、遊星歯車を介して出力軸へ伝達可能で、複数のモーターを備え、前記遊星歯車はこの回転メンバーとして、前記入力軸と連結したメンバーと、増速駆動を得るべくケースに回転制止可能なメンバー A と、前記出力軸と連結した被増速メンバーとを有し、前記ケースに固定可能なメンバー B を設け、該メンバー B に連結した第 1 磁気メンバーと前記メンバー A に連結した第 3 磁気メンバーとの間で前記複数のモーターのうちの第 1 モーターを構成し、前記第 1 磁気メンバーと前記出力軸に連結した第 2 磁気メンバーとの間で前記複数のモーターのうちの第 2 モーターを構成したことを特徴とする自動車用駆動装置。

【請求項 5】 前記メンバー B と冷房装置のコンプレッサーとが連結可能であることを特徴とする請求項 4 に記載の自動車用駆動装置。

【請求項 6】 前記第 1 モーターと前記第 2 モーターとは、それぞれの磁気メンバーの一方を一体共通化して、それぞれの他方の磁気メンバーを前記一体共通化した磁気メンバーの内側と外側に同軸上で径方向に積み重ねて配置したことを特徴とする請求項 1 乃至 5 に記載の自動車用駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エンジン（内燃機関）と電気モーターの 2 種類の動力源を有する、いわゆるハイブリッド自動車の駆動装置に関し、特にエンジンより入力される駆動力を、遊星歯車を介して出力軸へ伝達可能で、複数のモーターを備えた自動車用駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、エンジンより入力される駆動力

を、遊星歯車を介して出力軸へ伝達可能で、複数のモーターを備えた自動車用駆動装置としては、社団法人自動車技術会発行の『自動車技術』1998 年 1 月号 17 頁の図 5 に記載のようなものが知られている。

【0003】 上記の従来例にあつては、エンジンで駆動して走行する際に、エンジンから入力するトルクを遊星歯車で分割し、トルクの一部を機械的に出力軸へ伝達するとともに残りのトルクで発電し、この電力によってモーターで出力軸を駆動するように構成されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記の従来例にあつては、発電した電力でモーター出力する電気の動力伝達の比率が高いため、発電してモーターで出力する過程でのロスが大きい。すなわちエンジンの駆動力を発電機で電気に変えて、再びモーターでトルクとして駆動する電気ルートの動力伝達効率、一般に歯車などの機械的伝達に比べて劣る。このため、エンジンに高い負荷がかかる駆動状態で走行するような場合に、電気ルートでの動力伝達比率が高まって燃費を悪化させる要因になり、ハイブリッド自動車の良さを一部損なうという問題がある。

【0005】 また、冷房装置のコンプレッサーをエンジンとのみ連結して運転する構成であるため、エンジンが停止した状態において冷房装置の運転ができず、暑い季節にエンジンを長時間停止した場合に乗員の快適性が損なわれるか、逆に冷房のためだけにエンジンをまわすとエンジンの熱効率が悪い負荷状態で運転することになり燃費を悪化させるという問題があった。

【0006】 そこで本発明は、定常走行における電気ルートでの動力伝達割合を少なくして動力伝達効率を向上させ、燃費を良くすることを目的とする。また本発明は、エンジンが停止中であっても冷房装置のコンプレッサーの運転を可能にして燃費を良くすることも目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の本発明の自動車用駆動装置にあつては、エンジンより入力軸に入力される駆動力を、遊星歯車を介して出力軸へ伝達可能で、複数のモーターを備え、遊星歯車はこの回転メンバーとして、入力軸と連結したメンバーと、増速駆動を得るべくケースに回転制止可能なメンバー A と、被増速メンバーとを有し、出力軸に連結した第 1 磁気メンバーと被増速メンバーに連結した第 2 磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第 1 モーターを構成し、第 1 磁気メンバーとメンバー A に連結した第 3 磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第 2 モーターを構成したことを特徴とする。

【0008】 請求項 2 に記載の本発明の自動車用駆動装置にあつては、メンバー A または被増速メンバーと冷房装置のコンプレッサーとが連結可能であることを特徴とする。

【0009】請求項3に記載の本発明の自動車用駆動装置にあっては、メンバーAを、ワンウェイクラッチによりケースに固定可能であることを特徴とする。

【0010】請求項4に記載の本発明の自動車用駆動装置にあっては、エンジンより入力軸に輸入される駆動力を、遊星歯車を介して出力軸へ伝達可能で、複数のモーターを備え、遊星歯車はこの回転メンバーとして、入力軸と連結したメンバーと、増速駆動を得るべくケースに回転制止可能なメンバーAと、出力軸と連結した被増速メンバーとを有し、ケースに固定可能なメンバーBを設け、該メンバーBに連結した第1磁気メンバーとメンバーAに連結した第3磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第1モーターを構成し、第1磁気メンバーと出力軸に連結した第2磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第2モーターを構成したことを特徴とする。

【0011】請求項5に記載の本発明の自動車用駆動装置にあっては、メンバーBと冷房装置のコンプレッサーとが連結可能であることを特徴とする。

【0012】請求項6に記載の本発明の自動車用駆動装置にあっては、第1モーターと第2モーターとは、それぞれの磁気メンバーの一方を一体共通化して、それぞれの他方の磁気メンバーを一体共通化した磁気メンバーの内側と外側に同軸上で径方向に積み重ねて配置したことを特徴とする

【0013】

【作用】請求項1に記載の本発明の自動車用駆動装置にあっては、エンジンより入力軸に輸入される駆動力を、遊星歯車を介して出力軸へ伝達可能で、複数のモーターを備え、遊星歯車はこの回転メンバーとして、入力軸と連結したメンバーと、増速駆動を得るべくケースに回転制止可能なメンバーAと、被増速メンバーとを有し、出力軸に連結した第1磁気メンバーと被増速メンバーに連結した第2磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第1モーターを構成し、第1磁気メンバーとメンバーAに連結した第3磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第2モーターを構成したため、メンバーAとともに第3磁気メンバーをケースに固定することにより、第1モーターで発電した電力を第2モーターに供給し無段階な変速比の駆動を行う。

【0014】また、請求項2に記載の本発明の自動車用駆動装置にあっては、メンバーAまたは被増速メンバーと冷房装置のコンプレッサーとを連結可能にしたため、エンジンが停止した状態においてメンバーAまたは被増速メンバーを介して、第1または第2モーターの駆動により冷房装置のコンプレッサーを運転する。

【0015】また、請求項3に記載の本発明の自動車用駆動装置にあっては、メンバーAを、ワンウェイクラッチによりケースに固定可能に構成したため、第1および第2駆動モードにあってはメンバーAがワンウェイクラ

ッチにより自動的に固定され、第3駆動モードへ移行するとメンバーAの固定は自動的に解除される。

【0016】また、請求項4に記載の本発明の自動車用駆動装置にあっては、エンジンより入力軸に輸入される駆動力を、遊星歯車を介して出力軸へ伝達可能で、複数のモーターを備え、遊星歯車はこの回転メンバーとして、入力軸と連結したメンバーと、増速駆動を得るべくケースに回転制止可能なメンバーAと、出力軸と連結した被増速メンバーとを有し、ケースに固定可能なメンバーBを設け、該メンバーBに連結した第1磁気メンバーとメンバーAに連結した第3磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第1モーターを構成し、第1磁気メンバーと出力軸に連結した第2磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第2モーターを構成したため、メンバーBとともに第1磁気メンバーをケースに固定することにより、第1モーターで発電した電力を第2モーターに供給し無段階な変速比の駆動を行う。

【0017】また、請求項5に記載の本発明の自動車用駆動装置にあっては、メンバーBと冷房装置のコンプレッサーとを連結可能にしたため、エンジンが停止した状態において、メンバーBを介して、第1または第2モーターの駆動により冷房装置のコンプレッサーを運転する。

【0018】また、請求項6に記載の本発明の自動車用駆動装置にあっては、第1モーターと第2モーターとは、それぞれの磁気メンバーの一方を一体共通化して、それぞれの他方の磁気メンバーを一体共通化した磁気メンバーの内側と外側に同軸上で径方向に積み重ねて配置したため、一体共通化した磁気メンバーは第1モーターとして発電作用を行い、第2モーターとして駆動作用を行う。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図に基づき説明する。図1は、本発明の自動車用駆動装置における主要部のスケルトン図である。遊星歯車10は、サンギヤ12と、リングギヤ14と、キャリア16および、該キャリア16に軸支されサンギヤ12およびリングギヤ14と噛み合うピニオン18から構成されている。

【0020】エンジン20は入力軸22を介してキャリア16と連結しており、出力軸24は出力歯車26およびパーキングギヤ28と一体になって第1磁気メンバー30と連結されている。パーキングギヤ28はケース32に係止したロックボール34を噛み合わせることで回転を固定される。リングギヤ14は第2磁気メンバー36と連結され、サンギヤ12は第3磁気メンバー40と連結されるとともにブレーキ38によりケース32に回転制止可能である。

【0021】サンギヤ12は、ケース32に回転制止することにより後述するように、入力軸22の入力回転で

リングギヤ 14 を増速駆動する。サンギヤ 12 は、回転制止することで増速駆動を可能にする本発明のメンバー A を構成し、リングギヤ 14 は被増速メンバーを構成する。

【0022】出力歯車 26 は、減速歯車 42a、42b を介して駆動歯車 44 と連結されている。駆動歯車 44 は内包した差動装置 46 および左右の車軸 48a、48b を介して図示しない車輪を駆動する。

【0023】図示しない冷房装置のコンプレッサー 50 がケース 32 に設けられ、電磁クラッチ 52 を介して被動プーリー 54 と連結している。被動プーリー 54 とベルト 56 で連結された駆動プーリー 58 は、第 1 ワンウェイクラッチ（以下、第 1 OWC と記す）60 を介して入力軸 22 と、第 2 ワンウェイクラッチ（以下、第 2 OWC と記す）62 を介してリングギヤ 14 とそれぞれ連結されている。第 1 OWC 60 および第 2 OWC 62 はコンプレッサー 50 を運転する方向にのみ動力伝達が可能なようになっており、入力軸 22 またはリングギヤ 14 のいずれか高い回転数の側から駆動される。

【0024】前述の第 1 磁気メンバー 30 と第 2 磁気メンバー 36 と第 3 磁気メンバー 40 とは、互いに軸方向にオーバーラップして同軸上に配置されるとともに、内側から第 2 磁気メンバー 36、第 1 磁気メンバー 30、第 3 磁気メンバー 40 の順で 3 層構造になっており、第 2 磁気メンバー 36 と第 3 磁気メンバー 40 とは、詳細の図示は省略するがコイルを巻いた鋼板で構成され、第 1 磁気メンバー 30 は永久磁石が埋め込まれた材料で構成されている。

【0025】また、ケース 32 には、第 2 磁気メンバー 36 および第 3 磁気メンバー 40 と図示しないコントローラーとの間で、電力を授受するスリップリングが設けられるが、図示は省略した。第 1 磁気メンバー 30 と第 2 磁気メンバー 36 との間でモーターを構成し、これを第 1 モーター 64 とするとともに、第 1 磁気メンバー 30 と第 3 磁気メンバー 40 との間で構成するモーターを第 2 モーター 66 とする。

【0026】第 1 モーター 64 と第 2 モーター 66 とは、それぞれの磁気メンバー同士の間で回転方向を正転・逆転に切り替えられるとともに、モーターとしての機能と発電機としての機能、さらに相互の磁気メンバー間を電氣的に一体化するクラッチの機能を有しており、磁気メンバー相互の回転数差とともに図示しないコントローラーからの指令で任意に切り替え、または制御することができる。

【0027】図 1 に示す駆動装置を搭載した自動車は、エンジン 20 と、第 1 モーター 64、第 2 モーター 66 の 2 種類の動力源を有するので、いわゆるハイブリッド自動車を構成する。

【0028】次に、上記構成の駆動装置の作動について説明する。以下の説明で『正回転』とは、エンジン 20

と同じ、またはこれに連動した回転方向の回転を言い、『逆回転』とはその逆方向の回転を言う。

【0029】はじめに、図示しないバッテリーから供給される電力による発進と加速について説明する。通常、自動車が発進する際、エンジン 20 は停止している。まず、ブレーキ 38 を作用させてサンギヤ 12 をケース 32 に固定し、図示しないコントローラーおよびスリップリングを介してバッテリーから第 2 モーター 66 に第 1 磁気メンバー 30 が正回転する方向に電流を流す。

【0030】第 1 磁気メンバー 30 と連結された出力歯車 26 は、減速歯車 42a、42b、駆動歯車 44、差動装置 46 および左右の車軸 48a、48b を介して図示しない車輪を駆動し、自動車は発進し加速を始める。このように、第 2 モーター 66 のみで駆動する状態を第 1 駆動モードと呼ぶ。

【0031】次に、さらに駆動力を強くするためにエンジン 20 を始動させる際の作動を説明する。この場合は、第 2 モーター 66 での駆動に加えて、第 1 モーター 64 に発電させることで第 2 磁気メンバー 36 を正回転させる。第 2 磁気メンバー 36 と連結したリングギヤ 14 は、サンギヤ 12 が固定されているのでキャリア 16 を正回転方向に駆動し、入力軸 22 を介してエンジン 20 を正回転させる。ここでエンジン 20 に燃料を供給したり図示しない点火回路を接続するなどの制御を行うとエンジン 20 が始動する。

【0032】エンジン 20 が始動して駆動を始めると、以下のように動力伝達が行われる。エンジン 20 が始動すると直ちに第 1 モーター 64 に発電させる。エンジン 20 がキャリア 16 を回転させると、サンギヤ 12 が固定されているため、リングギヤ 14 が増速駆動される。すなわち、リングギヤ 14 の歯数に対するサンギヤの歯数の比を α とすると、被増速メンバーであるリングギヤ 14 はキャリア 16 の回転数の $(1 + \alpha)$ 倍に増速駆動される。

【0033】したがって、この状態では、リングギヤ 14 と連結された第 2 磁気メンバー 36 が出力軸 24 と連結された第 1 磁気メンバー 30 より大幅に高い回転数で駆動されるので、この回転差で発電が行われる。発電された電力は第 2 磁気メンバー 36 から図示しないスリップリングを介して図示しないコントローラーへ送られて制御され、再びスリップリングを介して第 2 モーター 66 の第 3 磁気メンバー 40 へ供給される。

【0034】また、発電に伴う発電トルクは、第 2 磁気メンバー 36 が第 1 磁気メンバー 30 を正回転方向に駆動するように作用する。実際に出力軸 24 を駆動するトルクは、上記の発電トルクに第 2 モーター 66 の出力トルクが加算される。したがって、バッテリーから第 2 モーター 66 に電力を供給し続けられ、第 2 モーター 66 はバッテリーからの電力と、第 1 モーター 64 が発電した電力とで駆動することになり、出力軸 24 を駆動する

動力源はエンジン 20 とバッテリーになる。

【0035】ここで、バッテリーからの電力供給をやめると、第 2 モーター 66 は第 1 モーター 64 が発電した電力のみで駆動することになり、出力軸 24 が第 2 磁気メンバー 36 から発電トルクで駆動されるトルクも含めて動力源はエンジン 20 だけになる。入力軸 22 が出力軸 24 より高い回転数で、このように第 1 モーター 64 が発電しながら、第 2 モーター 66 で駆動する状態を第 2 駆動モードと呼ぶ。

【0036】この第 2 駆動モードにおける入力軸 22 の回転数と出力軸 24 の回転数の比（変速比）は、入力軸 22 に入るエンジン 20 のトルクの大きさと、自動車を駆動する出力軸 24 のトルク（負荷）の大きさ、およびバッテリーから第 2 モーター 66 に供給される電力とに応じて無段階に変化するようにコントローラーで制御される。また、第 1 モーター 64 が発電する電力もそれらに応じて変化する。

【0037】すなわち、自動車が低速でエンジン 20 のトルクが大きく出力軸 24 の負荷も大きい場合は、入力軸 22 の回転数が出力軸 24 の回転数より大幅に高く、徐々に自動車の速度が上昇して出力軸 24 の負荷が小さくなると、入力軸 22 の回転数が一定であっても出力軸 24 の回転数が上昇するように無段階に変速する。

【0038】そして、さらに車速が上昇したりエンジン 20 の回転数が下降したりすると、やがて入力軸 22 と出力軸 24 の回転数が一致するに至る。ここでブレーキ 38 を解放するとともに、第 1 モーター 64 と第 2 モーター 66 の回転数を制御して全ての磁気メンバー 30、36、40 が一体になるように、第 2 磁気メンバー 36 および第 3 磁気メンバー 40 にバッテリーから電力を供給する。通常、モーターは回転数（回転差）が 0 の状態で最も大きなトルクを発揮する特性を持つので、全ての磁気メンバー 30、36、40 が一体になるのに要する電力はわずかである。

【0039】このようにして、第 1 モーター 64 と第 2 モーター 66 とが、あたかもクラッチを接続したかのように一体になると、遊星歯車 10 も一体になり入力軸 22 と出力軸 24 は直結される。このような直結駆動を第 3 駆動モードと呼ぶ。

【0040】次に第 4 駆動モードへの移行を説明する。まず、両モーター 64、66 の回転数（回転差）を制御して第 2 駆動モードと同じ状態にする。すなわち、サンギヤ 12 の回転数を 0 にした上で、ブレーキ 38 を作用させてサンギヤ 12 をケース 32 に固定する。被増速メンバーのリングギヤ 14 は再び増速駆動されるので第 1 モーター 64 に発電させて、この電力を第 2 モーター 66 に供給する。動力の流れは第 2 駆動モードと同じであるが、出力軸 24 が入力軸 22 より高い回転数になるように制御する点が異なる。いわゆるオーバードライブ状態になる。

【0041】この場合も、変速比は入力軸 22 に入るエンジン 20 のトルクの大きさと、自動車を駆動する出力軸 24 のトルク（負荷）の大きさ、およびバッテリーから第 2 モーター 66 に供給される電力とに応じて無段階に変化するようにコントローラーで制御される。また、第 1 モーター 64 が発電する電力もそれらに応じて変化する。

【0042】このように、出力軸 24 が入力軸 22 より高い回転数で、第 1 モーター 64 が発電しながら第 2 モーター 66 で駆動する状態を第 4 駆動モードと呼ぶ。そして、さらに車速が上昇したりエンジン 20 の回転数が下降したりすると、やがて第 2 磁気メンバー 36 と出力軸 24 に連結された第 1 磁気メンバー 30 との回転数が一致するに至る。ここで、第 1 モーター 64 にバッテリーから電力を供給して両磁気メンバー 30 および 36 をクラッチで接続したように一体化する。

【0043】これにより遊星歯車 10 による機械的な増速駆動になり、変速比は $1 / (1 + \alpha)$ の定まった値になる。このように、定まった変速比の増速駆動を第 5 駆動モードと呼ぶ。第 5 駆動モードにおいてもバッテリーから電力を供給して第 2 モーター 66 による加勢が可能であり、逆に増速駆動しながら第 2 モーター 66 に発電させてバッテリーを充電することもできる。

【0044】次に、自動車の速度を徐々に下げる場合、および制動する場合について説明する。まず、第 4 駆動モード乃至第 5 駆動モードでの高速走行中にある場合は、運転者が自動車のスロットルペダルを解放して減速したり、ブレーキペダルを踏んで制動する場合には、ブレーキ 38 の固定を維持したまま直ちに上記の駆動をやめてエンジン 20 への燃料供給を停止し、第 2 モーター 66 に発電させて減速する。発電した電力はバッテリーの充電に使う。この際、いわゆるエンジンブレーキを併用しつつ、第 2 モーター 66 での発電に加えて第 1 モーター 64 にも発電させ、制動力を上げることができる。

【0045】また、低速走行時においては、エンジン 20 を停止してブレーキ 38 を作用させた上で第 2 モーター 66 に発電させて減速する。発電した電力はバッテリーの充電に使う。したがって、第 1 モーター 64 および第 2 モーター 66 の発電量を適切に制御することにより、適度な減速や制動を行うとともに、従来は摩擦ブレーキで熱に変えて捨てていた自動車の運動エネルギーの一部を電気に変えてバッテリーに蓄え、いわゆるエネルギー回生を行うことができる。エネルギー回生でバッテリーに蓄えた電力は、次に自動車を加速する際に使うことで自動車の燃料消費を少なくする効果が得られる。

【0046】次に、自動車を後進させる場合について説明する。エンジン 20 を停止した状態での後進は、前進の第 1 駆動モードと同様に、ブレーキ 38 を作用させて第 2 モーター 66 に電力を供給し、第 1 磁気メンバー 30 を逆回転させることで発進から加速を行うことができ

る。

【0047】次に、エンジン20が回転している状態で、発電しながら後進する場合について説明する。この場合も、前進の第2駆動モードと同様に、ブレーキ38を作用させて第1モーター64に発電させて第2モーター66に電力を供給し、第1磁気メンバー30を逆回転方向に駆動して後進することができる。但し、前進の第2駆動モードと同様に、第1磁気メンバー30には前進方向に発電トルクが作用するので、前述のエンジン20が停止した状態の後進より駆動力は小さくなる。

【0048】次に、冷房装置を運転する場合について説明する。通常、エンジン20が回転している場合は入力軸22から第1OWC60、駆動プーリー58、ベルト56を介して被動プーリー54が駆動されている。ここで、電磁クラッチ52を接続することでコンプレッサー50が運転されるが、エンジン20が停止中にある場合はこのルートでの運転ができない。前述の第1駆動モードでの加速は短時間に限られるので、比較的長時間、エンジン20が停止するチャンスとしては停車中または長い下り坂を走行する場合が考えられる。

【0049】まず停車中にある場合は、ロックボール34をパーキングギヤ28に噛み合わせることで出力軸24を固定し、第1モーター64に電力を供給し第2磁気メンバー36を正回転させる。これにより、第2OWC62を介して駆動プーリー58を回転させることができるので、エンジン20が回転していた場合と同様にコンプレッサー50を運転することが可能になる。この際、エンジン20とともにキャリア16が停止しているのでサンギヤ12および第3磁気メンバー40は逆回転するが空転するのみである。

【0050】また、長い下り坂を走行中でエンジン20が停止している場合も、第1モーター66に発電させるか、電力を供給して第1磁気メンバー30と第2磁気メンバー36とを一体化することで第2OWC62を介して駆動プーリー58を回転させることができるので、エンジン20が回転していた場合と同様にコンプレッサー50を運転することが可能になる。

【0051】以上のように、図1の実施形態にある場合は、メンバーAであるサンギヤ12のブレーキ38による回転制止、さらに両モーター64、66の発電・駆動や一体化などの制御により、前述の第1駆動モードから第5駆動モードまでの多様な駆動モードを選択して、自動車を行走させることができる。

【0052】特に、車速0の発進から第5駆動モードまで無段階に変速できるとともに、直結、増速の2種類の定まった変速比の機械的な動力伝達が可能であり、定常走行で使用頻度の高い直結の第3駆動モードにおいて従来例より電気ルートでの動力伝達比率が低くなり、動力伝達効率が高くなることが特徴である。

【0053】また、第1モーター64および第2モーター

66の両者を、軸方向にオーバーラップさせることにより全長が短くできるので、2個のモーターを並べて用いる従来例と比較して、駆動装置全体を短くすることができる。

【0054】また、第1磁気メンバー30は永久磁石を埋め込んだ材料で構成され、第1モーター64および第2モーター66に共通した磁気メンバーであるため、2個の独立したモーターを使用する従来例に比べて高価な永久磁石の使用量が少なく済み、製造コストを安くすることが可能になる。さらに、長時間にわたってエンジン20が停止するような場合においても、冷房装置を運転することが可能であるので、冷房のためだけにエンジン20を回転させるのに比べて燃費を向上できる。

【0055】次に、図2は、本発明の自動車用駆動装置における他の実施形態を表すスケルトン図である。はじめに、図1の実施形態との違いを説明する。遊星歯車10のサンギヤ12、リングギヤ14、キャリア16とエンジンおよび第2磁気メンバー36、第3磁気メンバー40との連結関係や、図示しない車輪と連結された出力軸24と第1磁気メンバー30との連結関係は図1の実施形態と同様であるが、ブレーキ38が遊星歯車10の脇に配置され、これと並列に第3ワンウェイクラッチ

(以下、第3OWCと記す)72が配置されている。該第3OWC72はサンギヤ12が逆回転方向に回転しようとするときセルフロックするように構成されている。

【0056】また、第1モーター64と第2モーター66の各磁気メンバー30、36、40の配置が異なる。すなわち、内側から第3磁気メンバー40、第1磁気メンバー30、第2磁気メンバー36の順に配置される。また、入力軸22にブロッキングギヤ68が一体的に設けられ、ケース32に係止した第2ロックボール70により回転方向に固定することができる。さらに、サンギヤ12と連結された第3磁気メンバー40が第2OWC52を介して駆動プーリー58を駆動することができるように構成されている。

【0057】次に、図2の実施形態における作動を説明する。前述のように、遊星歯車10とエンジン20および各モーター64、66との連結関係や、出力軸と各モーター64、66との連結関係は、第3OWC72が追加されたこと以外は図1の実施形態と同じである。

【0058】第3OWC72は逆回転方向のみセルフロックしてサンギヤ12を固定するので、第1駆動モードおよび第2駆動モードにおいて第3磁気メンバー40には逆回転方向のトルクが作用して固定され、第3駆動モードへ移行すると第3磁気メンバー40に連結したサンギヤ12は正回転するので自動的に固定が解除される。第4駆動モードと第5駆動モードおよび後進時、さらに高速における減速・制動時のエネルギー回生の際には、サンギヤ12に正回転方向のトルクが作用するのでブレーキ38を作用させる必要があるが、第2駆動モ

ドと第3駆動モードの間の切替時にはブレーキ38を制御する必要がない。したがって、図1の実施形態と同様に第1駆動モードから第5駆動モードまで無段階に変速しながら駆動することができる。

【0059】他の異なる点は、後進および低速での減速、制動時の作動である。すなわち、第2ロックポール70により入力軸22を回転方向に固定することにより、両モーター64および66を同時に駆動または発電にあてることができるので、後進において両モーター64、66に同時に駆動させることで大きな駆動力を得るとともに、減速および制動時において両モーター64、66に同時に発電させることで大きな減速力を得てエネルギー回生能力を高められる。

【0060】また、エンジン20が停止した状態でのコンプレッサー50の運転は第3磁気メンバー40を正回転させることで行う。すなわち、車両が停止した状態にあつては第1ロックポール34で出力軸24を固定して第2モーター66に電力供給して第3磁気メンバー40を正回転させ、長い下り坂を走行中などにおいては、第1磁気メンバー30と第3磁気メンバー40とを一体化して正回転させ、いずれも第2OWC62を介して駆動プーリー58を駆動する。

【0061】また、第2ロックポール70により入力軸22を固定した場合の長い下り坂を走行中にあつては、第1磁気メンバー30と第3磁気メンバー40とを一体化してコンプレッサー50を運転しつつ、第1モーター64に発電させて、減速力を確保するとともにエネルギー回生を行うことができる。

【0062】以上のように、図2の実施形態においても図1の実施形態と同様に、車速0の発進から第5駆動モードまで無段階に変速できるとともに、直結、増速の2種類の定まった変速比の機械的な動力伝達が可能であり、定常走行で使用頻度の高い直結の第3駆動モードにおいて従来例より動力伝達効率を高くすることができる。

【0063】また、第1モーター64、第2モーター66を軸方向にオーバーラップさせて短くすることや、エンジン20を停止した状態で冷房装置を運転することができる点も図1の実施形態と同様である。

【0064】次に、図3は、本発明の自動車用駆動装置における他の実施形態を表すスケルトン図である。はじめに、図1の実施形態との違いを説明する。遊星歯車10は図1と同様に、サンギヤ12と、リングギヤ14と、キャリア16および、該キャリア16に軸支されサンギヤ12およびリングギヤ14と噛み合うピニオン18から構成され、エンジン20は入力軸22を介してキャリア16と連結しているが、出力軸24はリングギヤ14と連結されている。

【0065】ブレーキ38によりケース32に固定可能なメンバーB74が設けられ、メンバーB74は第1磁

気メンバー30と一体的に連結され、第1磁気メンバー30とメンバーAのサンギヤ12に連結された第3磁気メンバー40との間で第1モーター64が構成され、第1磁気メンバー30とリングギヤ14に連結された第2磁気メンバー36との間で第2モーター66が構成されている。第1磁気メンバー30は永久磁石を含む材料で構成され、第2磁気メンバー36および第3磁気メンバー40は鋼板にコイルを巻いた電磁石で構成されている。

【0066】電磁クラッチ52を介してコンプレッサー50と連結された被動プーリー54にベルト56で連結された駆動プーリー58は、第1OWC60を介して入力軸22と、第2OWC62を介してメンバーB74とそれぞれ連結されている。第1OWC60および第2OWC62はコンプレッサー50を運転する方向にのみ動力伝達が可能なようになっており、入力軸22またはメンバーB74のいずれか高い回転数の側から駆動される。

【0067】次に、図2の実施形態における作動を説明する。メンバーB74は通常、ブレーキ38によりケース32に固定されている。はじめに、エンジン20が停止した状態でバッテリーから供給される電力による発進と加速について説明する。まず、第2モーター66に電流を流し第2磁気メンバー36を正回転させる。すなわち第1磁気メンバー30がメンバーB74とともにブレーキ38によりケース32に固定されているので、第2磁気メンバー36と連結された出力歯車26は正回転方向に駆動され、自動車は発進し加速を始める。この際、サンギヤ12と連結された第3磁気メンバー40は逆転するが空転するのみである。このように、第2モーター66のみで駆動する状態を、図1の実施形態と同様に第1駆動モードと呼ぶ。

【0068】次に、さらに駆動力を強くするためにエンジン20を始動させる場合は、第2モーター66での駆動に加えて、第1モーター64に発電させることでキャリア16が正回転方向に駆動され、入力軸22を介してエンジン20を正回転させる。ここでエンジン20に燃料を供給したり図示しない点火回路を接続するなどの制御を行うとエンジン20が始動する。

【0069】エンジン20が始動して駆動を始めると、以下のように動力伝達が行われる。エンジン20が始動すると直ちに第1モーター64に発電させる。エンジン20の動力は、キャリア16に入って遊星歯車10でトルク分割され、一部はリングギヤ14を通して出力軸24を駆動し、残りのトルクはサンギヤ12から第3磁気メンバー40を駆動して発電を行う。ここで、リングギヤ14を経て出力軸24を駆動するトルクは以下になる。すなわち、入力トルクを1として、リングギヤ14の歯数に対するサンギヤ12の歯数の比を α とすると、 $1/(1+\alpha)$ のトルクが機械的に出力軸24へ伝達さ

れる。発電された電力は第2モーター66の第2磁気メンバー36へ供給される。

【0070】実際に出力軸24を駆動するトルクは、上記の機械的伝達分に第2モーター66の出力トルクが加算される。したがって、バッテリーから第2モーター66に電力を供給し続けられ、第2モーター66はバッテリーからの電力と、第1モーター64が発電した電力とで駆動することになり、出力軸24を駆動する動力源はエンジン20とバッテリーになる。

【0071】ここで、バッテリーからの電力供給をやめると、第2モーター66は第1モーター64が発電した電力のみで駆動することになり、出力軸24が機械的に駆動されるトルクも含めて動力源はエンジン20だけになる。入力軸22が出力軸24より高い回転数で、このように第1モーター64が発電しながら、第2モーター66で駆動する状態を図1の実施形態と同様に第2駆動モードと呼ぶ。

【0072】この第2駆動モードにおける入力軸22の回転数と出力軸24の回転数の比（変速比）は、入力軸22に入るエンジン20のトルクの大きさと、自動車を駆動する出力軸24のトルク（負荷）の大きさ、およびバッテリーから第2モーター66に供給される電力とに応じて無段階に変化するようにコントローラーで制御される。また、第1モーター64が発電する電力もそれらに応じて変化する。

【0073】すなわち、自動車が低速でエンジン20のトルクが大きく出力軸24の負荷も大きい場合は、入力軸22の回転数が出力軸24の回転数より大幅に高く、徐々に自動車の速度が上昇して出力軸24の負荷が小さくなると、入力軸22の回転数が一定であっても出力軸24の回転数が上昇するように無段階に変速する。

【0074】そして、さらに車速が上昇したりエンジン20の回転数が下降したりすると、やがて入力軸22と出力軸24の回転数が一致するに至る。ここでブレーキ38を解放してメンバーB74を自由に回転できるようにするとともに、第1モーター64と第2モーター66の回転数を制御して全ての磁気メンバー30、36、40が一体になるようにする。

【0075】このようにして、第1モーター64と第2モーター66が、あたかもクラッチを接続したかのように一体になると、遊星歯車10も一体になり入力軸22と出力軸24は直結される。このような直結駆動を図1の実施形態と同様に第3駆動モードと呼ぶ。

【0076】次に第4駆動モードへの移行を説明する。まず、両モーター64、66の回転数（回転差）を制御して第2駆動モードと同じ状態にする。すなわち第1磁気メンバー30の回転数を0にした上で、ブレーキ38を作用させてメンバーB74をケース32に固定する。そのうえで再度、第1モーター64に発電させて、この電力を第2モーター66に供給する。動力の流れは第2

駆動モードと同じであるが、出力軸24が入力軸22より高い回転数になるように制御する点異なる。いわゆるオーバードライブ状態になる。

【0077】この場合も、変速比は入力軸22に入るエンジン20のトルクの大きさと、自動車を駆動する出力軸24のトルク（負荷）の大きさ、およびバッテリーから第2モーター66に供給される電力とに応じて無段階に変化するようにコントローラーで制御される。また、第1モーター64が発電する電力もそれらに応じて変化する。

【0078】このように、出力軸24が入力軸22より高い回転数で、第1モーター64が発電しながら、第2モーター66で駆動する状態を図1の実施形態と同様に第4駆動モードと呼ぶ。そして、さらに車速が上昇したりエンジン20の回転数が下降したりすると、やがて第3磁気メンバー40と連結されたサンギヤ12が停止するに至る。ここで、第1モーター64にバッテリーから電力を供給して第3磁気メンバー40と第1磁気メンバー30とをクラッチで接続したように一体化する。

【0079】これによりメンバーAのサンギヤ12がケース32に固定され、遊星歯車10による機械的な増速駆動になり、変速比は $1/(1+\alpha)$ の定まった値になる。このように、定まった変速比の増速駆動を図1の実施形態と同様に第5駆動モードと呼ぶ。第5駆動モードにおいてもバッテリーから電力を供給して第2モーター66による加勢が可能であり、逆に増速駆動しながら第2モーター66に発電させてバッテリーを充電することもできることも図1の実施形態と同様である。

【0080】次に、自動車の速度を徐々に下げる場合、および制動する場合について説明する。基本的に図1の実施形態と同様であるが、まず、第4駆動モード乃至第5駆動モードでの高速走行中にあっては、運転者が自動車のスロットルペダルを解放して減速したり、ブレーキペダルを踏んで制動する場合には、ブレーキ38の固定を維持したまま直ちに上記の駆動をやめてエンジン20への燃料供給を停止し、第2モーター66に発電させて減速する。発電した電力はバッテリーの充電に使う。この際、いわゆるエンジンブレーキを併用しつつ、第2モーター66での発電に加えて第1モーター64にも発電させ、制動力を上げることができる。

【0081】また、低速走行時においては、エンジン20を停止してブレーキ38を作用させた上で第2モーター66に発電させて減速する。発電した電力はバッテリーの充電に使う。したがって、第1モーター64および第2モーター66の発電量を適切に制御することにより、適度な減速や制動を行うことができる。

【0082】次に、自動車を後進させる場合について説明する。これも図1の実施形態と同様であるが、エンジン20を停止した状態での後進は前進の第1駆動モードと同様に、ブレーキ38を作用させて第2モーター66

に電力を供給し、第2磁気メンバー36を逆回転させることで発進から加速を行うことができる。

【0083】次に、エンジン20が回転している状態で、発電しながら後進する場合についても、前進の第2駆動モードと同様に、ブレーキ38を作用させて第1モーター64に発電させて第2モーター66に電力を供給し、第2磁気メンバー36を逆回転方向に駆動して後進することができる。続いて、冷房装置を運転する場合について説明する。この場合も、図1の実施形態と同様に、第1OWC60および第2OWC62の作用により、入力軸22またはメンバーB74のいずれか回転数の高い方からコンプレッサー50を駆動することができる。エンジン20を停止した状態でのメンバーB74の駆動は、ブレーキ38を解除して第1モーター64または第2モーター66のいずれかで行う。

【0084】以上のように、図3の実施形態においても図1の実施形態と同様に、車速0の発進から第5駆動モードまで無段階に変速できるとともに、直結、増速の2種類の定まった変速比の機械的な動力伝達が可能であり、定常走行で使用頻度の高い直結の第3駆動モードにおいて従来例より動力伝達効率を高くすることができる。

【0085】次に、図4は、本発明の自動車用駆動装置における他の実施形態を表すスケルトン図である。はじめに、図1の実施形態との違いを説明する。入力軸22と出力軸24および遊星歯車10、第1モーター64、第2モーター66は同一軸心上に設けられるとともに、遊星歯車10がいわゆるダブルピニオン型である。すなわち、サンギヤ12とリングギヤ14との間に、サンギヤ12と噛み合うピニオン18aと、該ピニオン18aおよびリングギヤ14と噛み合うピニオン18bとがキャリア16に回転自在に支持されている。

【0086】リングギヤ14が入力軸22と連結され、サンギヤ12がメンバーAとして第3磁気メンバー40と連結されるとともに、ブレーキ38によりケース32に固定可能であり、被増速メンバーを構成するキャリア16が第2磁気メンバー36と連結されており、第1磁気メンバーは30aと30bとにより構成されるが、いずれも出力軸24と連結されている。第1磁気メンバーは30aおよび30bは鋼板にコイルを巻いた電磁石で構成され、第2磁気メンバー36および第3磁気メンバー40は永久磁石を含む材料で構成されている。このように遊星歯車10の構成が図1と異なるが、メンバーAおよび被増速メンバーと各磁気メンバー36、40との連結関係は全て図1と同じであり、変速比はやや異なるが作用も図1と同様である。

【0087】したがって、図4の実施形態においても車速0の発進から第5駆動モードまで無段階に変速できるとともに、直結、増速の2種類の定まった変速比の機械的な動力伝達が可能であり、定常走行で使用頻度の高い

直結の第3駆動モードにおいて従来例より動力伝達効率を高くすることができる。また、本実施形態は入力軸22と出力軸24が同一軸心であるので後輪駆動車に適した駆動装置である。

【0088】以上のように、本発明の各実施形態にあつては、いずれの実施形態においてもブレーキ38の固定および解放、第1、第2両モーター64、66の発電および駆動、さらには電氣的に一体化する制御などにより、車速0の発進から第5駆動モードまで無段階に変速できるとともに、直結、増速の2種類の定まった変速比の機械的な動力伝達が可能であり、第3駆動モード（直結）での電氣的動力伝達比率が従来例より大幅に低いので、動力伝達効率が全般に高くなる。尚、各磁気メンバーは上記説明通りの必要はなく、鋼板にコイルを巻いた電磁石および永久磁石を含む構成のいずれでもよい。

【0089】本発明の自動車用駆動装置は、当業者の一般的な知識に基づいて、各モーターに過大なトルクが作用することや過熱を防ぐ措置を講じたり、ワンウェイクラッチやブレーキの代わりに円錐クラッチや電磁クラッチを使用したり、さらに冷房装置のコンプレッサーのみならず潤滑用の油圧ポンプなどをエンジン停止中も運転可能にするなどの変更や改良を加えた態様で実施することができる。

【0090】

【発明の効果】以上、説明してきたように、本発明の自動車用駆動装置によれば、以下のような効果を得ることができる。

(1) 請求項1に記載の本発明の自動車用駆動装置によれば、エンジンより入力軸に入力される駆動力を、遊星歯車を介して出力軸へ伝達可能で、複数のモーターを備え、遊星歯車はこの回転メンバーとして、入力軸と連結したメンバーと、増速駆動を得るべくケースに回転制止可能なメンバーAと、被増速メンバーとを有し、出力軸に連結した第1磁気メンバーと被増速メンバーに連結した第2磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第1モーターを構成し、第1磁気メンバーとメンバーAに連結した第3磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第2モーターを構成したため、メンバーAのケースへの固定と第1モーターおよび第2モーターを制御することにより、車速0の第1駆動モードから定まった変速比の第5駆動モードまで無段階な変速ができるとともに、直結駆動を行うことができる。

【0091】(2) 請求項2に記載の本発明の自動車用駆動装置によれば、メンバーAまたは被増速メンバーと冷房装置のコンプレッサーとを連結可能にしたため、エンジンが停止した状態においてメンバーAまたは被増速メンバーを介して、第1モーターの駆動により冷房装置のコンプレッサーを運転することができるので、冷房のためだけにエンジンを運転するのに較べて燃料消費を少なくできる。

【0092】(3) 請求項3に記載の本発明の自動車用駆動装置によれば、メンバーAを、ワンウェイクラッチによりケースに固定可能に構成したため、第1および第2駆動モードにあつてはメンバーAがワンウェイクラッチにより自動的に固定され、第3駆動モードへ移行するとメンバーAの固定は自動的に解除されるので、ブレーキを制御することなく第2駆動モードと第3駆動モードの間の切替をスムーズに行うことができる。

【0093】(4) 請求項4に記載の本発明の自動車用駆動装置によれば、エンジンより入力軸に10 入力される駆動力を、遊星歯車を介して出力軸へ伝達可能で、複数のモーターを備え、遊星歯車はこの回転メンバーとして、入力軸と連結したメンバーと、増速駆動を得るべくケースに回転制止可能なメンバーAと、出力軸と連結した被増速メンバーとを有し、ケースに固定可能なメンバーBを設け、該メンバーBに連結した第1磁気メンバーとメンバーAに連結した第3磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第1モーターを構成し、第1磁気メンバーと出力軸に連結した第2磁気メンバーとの間で複数のモーターのうちの第2モーターを構成したため、メンバーBのケースへの固定と第1モーターおよび第2モーターを制御することにより、車速0の第1駆動モードから定まった変速比の第5駆動モードまで無段階な変速10 ができるとともに、直結駆動を行うことができる。

【0094】(5) 請求項5に記載の本発明の自動車用駆動装置によれば、メンバーBと冷房装置のコンプレッサーとを連結可能にしたため、エンジンが停止した状態においてメンバーBを介して、第1または第2モーターの駆動により冷房装置のコンプレッサーを運転することで、燃費を向上することができる。

【0095】(5) 請求項6に記載の本発明の自動車用駆動装置によれば、第1モーターと第2モーターとは、それぞれの磁気メンバーの一方を一体共通化して、それぞれの他方の磁気メンバーを一体共通化した磁気メンバーの内側と外側に同軸上で径方向に積み重ねて配置したため、独立した2個のモーターを用いるのに較べて、小型軽量化と、永久磁石の使用量を減らして低コスト化を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の自動車用駆動装置のスケルトン図である。

【図2】本発明の自動車用駆動装置における、他の実施形態のスケルトン図である。

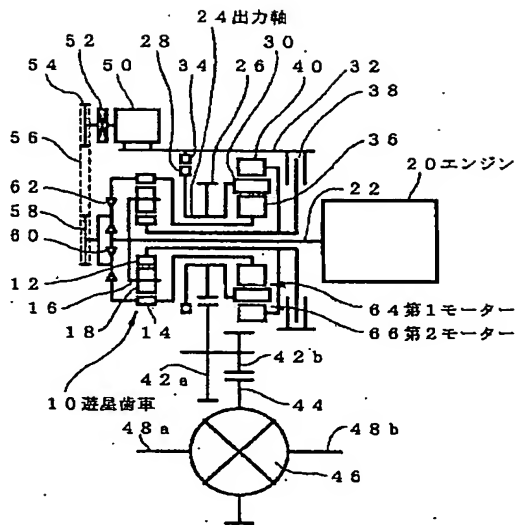
【図3】本発明の自動車用駆動装置における、他の実施形態のスケルトン図である。

【図4】本発明の自動車用駆動装置における、他の実施形態のスケルトン図である。

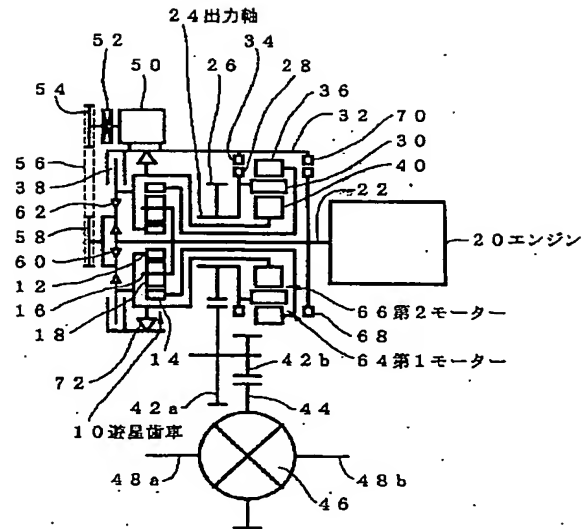
【符号の説明】

10：遊星歯車
12：サンギヤ
14：リングギヤ
16：キャリア
18、18a、18b：ピニオン
20：エンジン
22：入力軸
24：出力軸
26：出力歯車
28：パーキングギヤ
30、30a、30b：第1磁気メンバー
32：ケース
34：ロックボール
36：第2磁気メンバー
38：ブレーキ
40：第3磁気メンバー
42：減速歯車
44：駆動歯車
46：差動装置
48：車軸
50：コンプレッサー
52：電磁クラッチ
54：被動プーリー
56：ベルト
58：駆動プーリー
60：第1ワンウェイクラッチ（第1OWC）
62：第2ワンウェイクラッチ（第2OWC）
64：第1モーター
66：第2モーター
68：ブロッキングギヤ
70：第2ロックボール
72：第3ワンウェイクラッチ（第3OWC）
74：メンバーB

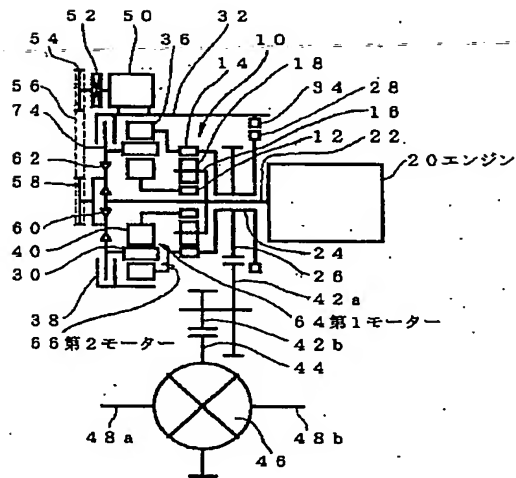
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

